



## SEMAK HIAS ELEMEN LANSKAP PERKOTAAN SEBAGAI FITOINDIKATOR PENCEMARAN UDARA SULFUR DIOKSIDA DALAM KAJIAN *HORMESIS*

Pangesti Nugrahani dan Endang Triwahyu Prasetyawati  
Prodi Agroteknologi FP UPN “Veteran” Jawa Timur

### ABSTRACT

Ornamental shrubs played a role as an element of the cities streetscape. Facing polluted condition of the busy city, they may be sensitive or tolerant plant. The sensitive ones exhibit characteristic foliar injury following exposure to an air pollution. But the tolerant plants were able to recovery or stay in a health. Air pollution tolerance level of the plants was standing by an Air Pollution Tolerance Index (APTI). The low level tolerance plants were used as a phytoindicator. In addition to acting as fitoindikator, some plants known to demonstrate the phenomenon of hormesis of certain pollutants, namely the existence of a positive response to pollutants at low doses, but showed a negative response at high doses. Positive responses are indicated by an increase in plant growth and biological processes. This study is conducted to measure APTI level of some streetscape ornamental shrubs to determine for the species that can be phytoindicators of urban air pollution. Three species of ornamental shrubs, those are *Mussaenda* sp, *Ruellia tuberosa*, and *Ipomoea* sp., were determines as a phytoindicator model for the experimental of some sulphurdioxide concentrations exposure.

The results showed that the three ornamental shrubs belong to the criteria sensitive to air pollution, based on the results of calculating the value of APTI (Air Pollution Tolerance Index). Nusa Indah APTI value, Ruelia and Ubi Hias respectively 9.12, 9.16 and 9.34. The treatment increased the concentration of SO<sub>2</sub> gas exposure causes a decrease in the value of APTI, a decrease in leaf water content, decrease in total leaf chlorophyll content, and decreased levels of ascorbic acid leaves. Nusa Indah in addition showed the lowest value of APTI, visually also showed symptoms of damage (necrosis) on leaves and flowers in the treatment of exposure concentration of 10 ppm SO<sub>2</sub>. Symptoms of hormesis is indicated by the three plants at a concentration of 0.1 ppm SO<sub>2</sub> exposure, with a pattern of elevated levels of ascorbic acid and total chlorophyll content in leaves, before the pattern of decline at higher levels.

**Key words:** *Ornamental shrubs, streetscape, phytoindicator, APTI, SO<sub>2</sub>*

### I. PENDAHULUAN

Pencemaran udara sebagai akibat meningkatnya laju industrialisasi dan urbanisasi ini menimbulkan berbagai dampak. Dampak pencemaran udara dapat terjadi pada tingkat *upper ground*, lokal, regional hingga global. Pada tingkat *upper ground*, lokal dan regional, pencemaran udara memberikan dampak terhadap kesehatan manusia, dampak terhadap tanaman, materi dan bangunan. Pada tingkat global, pencemaran udara akan berdampak kepada terjadinya pemanasan global dan perubahan iklim dunia.

Mitigasi terhadap pencemaran udara pada tingkat *upper ground* di perkotaan dilakukan dengan melakukan penanaman dengan berbagai tanaman lanskap. Tanaman lanskap perkotaan meliputi pohon, perdu, semak dan penutup tanah. Tanaman semak hias mempunyai karakter kuat sebagai *ornamental plant* oleh karena keragaman jenis bentuk dan warna daun, bentuk dan warna bunga, serta sosok tanaman secara keseluruhan.

Berbagai macam tumbuhan dapat ditemukan di taman kota, di pinggir jalan, taman median jalan, di taman perumahan, dan tempat lainnya. Beberapa studi menunjukkan bahwa tanaman lanskap dan *ornamental plant* yang ditanam sepanjang jalur jalan utama dari wilayah pinggir kota sampai dengan pusat kota memperlihatkan gejala gangguan terhadap pertumbuhan dan beberapa aspek fisiologis (Howe and Woltz, 1981). Efek pencemar terhadap tumbuhan ada yang bersifat kerusakan morfologis, namun ada juga yang bersifat gangguan fisiologis (Larcher, 1995).

Toleransi tanaman terhadap bahan pencemar mencerminkan kemampuan tanaman sebagai penyerap bahan pencemar udara tanpa memperlihatkan kerusakan eksternal apapun. Tingkat toleransi terhadap polusi udara ini bervariasi antar spesies (Nugrahani dan Sukartiningrum, 2008). Tingkat toleransi tanaman terhadap pencemaran udara dinyatakan dengan suatu angka *Air Pollution Tolerance Index* (APTI) (Singh *et al.*, 1991). Tanaman yang



toleran terhadap pencemaran udara dipergunakan sebagai fitomonitoring, sedangkan tanaman yang peka terhadap pencemaran udara dipergunakan sebagai fitoindikator (Nugrahani, 2008).

Fitoindikator memiliki beberapa kegunaan, yaitu (a) petunjuk adanya paparan suatu bahan pencemar, (b) membantu mengidentifikasi mekanisme toksikologi, (c) sebagai sistem peringatan dini terhadap kemungkinan kerusakan lingkungan, (d) sebagai sistem indikasi dini terhadap adanya pemulihan kerusakan lingkungan, (e) penting bagi keterkaitan dampak dengan lingkungan lain, (f) dapat menjadi pelengkap terhadap prediksi dampak lingkungan (AMDAL) (<http://www.esd.ornl.gov/programs/bioindicators>, diakses 8 September 2008).

Bentuk reaksi tumbuhan terhadap bahan pencemar udara yang dapat teramati, meningkat selaras dengan tingkat pencemaran yang terjadi. Pada tingkat paparan bahan pencemar rendah, belum ada tanda kerusakan secara signifikan yang dapat teramati. Bahkan tanaman dapat memanfaatkan bahan pencemar pada konsentrasi rendah, sebagai bahan nutrisi untuk pertumbuhan dan meningkatkan proses biologis tertentu (Vallero, 2008; Krupa, 2009). Sebaliknya pada tingkat paparan tertinggi, tanaman akan mati. Selanjutnya disebutkan Vallero (2008), serangkaian kerusakan pada tanaman akan terjadi dengan semakin meningkatnya paparan bahan pencemar, meliputi perubahan reaksi biokimia, respon fisiologis tanaman, kerusakan jaringan, dan kematian tanaman. Fenomena bahwa ada beberapa tanaman tertentu yang mampu memanfaatkan bahan pencemar udara, antara lain SO<sub>2</sub>, sebagai sumber nutrisi, disebut dengan fenomena *hormesis* (Vallero, 2008; Krupa, 2009). Kajian *hormesis* tanaman belum banyak dilakukan oleh peneliti terdahulu. Spesies tanaman yang memiliki sifat *hormetic*, juga belum banyak dilaporkan. Oleh karena itu, penelitian mengenai sifat *hormetic* tanaman ini perlu dilakukan. Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah bahwa ada beberapa spesies tanaman lanskap perkotaan yang dapat berfungsi sebagai fitoindikator dan ada pula yang mempunyai sifat *hormetic*.

## II. METODOLOGI

### 2.1. Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan di Surabaya terhadap tiga spesies tanaman semak hias elemen lanskap jalan di kota Surabaya, yaitu: T1: Tanaman Nusa Indah (*Mussaenda* sp.), T2: Tanaman Rowelia (*Ruellia tuberosa*) dan T3: Tanaman Ubi Hias (*Ipomoea* sp.). Pemeliharaan bibit tanaman, eksperimen paparan SO<sub>2</sub> dan analisis sampel dilakukan di green house dan laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian UPN “Veteran” Jatim di Surabaya. Penelitian dilaksanakan pada bulan April hingga Agustus tahun 2010.

### 2.2. Rancangan Penelitian

Penelitian dirancang dengan Rancangan Acak Lengkap Satu Faktor. Faktor perlakuan adalah paparan bahan pencemar SO<sub>2</sub>, dengan level konsentrasi K0: 0.00 ppm (kontrol), K1: 0.1 ppm, K2: 1.0 ppm dan K3: 10 ppm, dengan 5 kali ulangan pada setiap perlakuan.

Bahan tanaman asal stek ditumbuhkan dalam pot berdiameter 20 cm. Media tanam terdiri dari campuran tanah taman + kompos, dengan perbandingan 1:1. Tanaman dipelihara di dalam rumah kaca selama dua bulan sebelum perlakuan pemaparan SO<sub>2</sub>. Bahan gas SO<sub>2</sub> dibuat dengan mencampurkan Na metabisulfit dengan air. Perlakuan pemaparan dilakukan berdasarkan modifikasi penelitian Singh *et al.*, (1988), yaitu setiap dua hari sekali selama 30 hari, dengan durasi paparan selama satu jam. Pemaparan dilakukan di dalam bilik plastik berukuran 1 m<sup>3</sup>.

### 2.3. Pengamatan kerusakan tanaman

Pengamatan kerusakan tanaman dilakukan secara visual terhadap gejala nekrotik yang terjadi pada daun dan bagian tanaman lainnya.

### 2.4. Pengukuran APTI (*Air Pollutant Tolerance Index*)



Fitoindikator ditentukan berdasarkan indeks toleransi tanaman - APTI (*Air Pollutant Tolerance Index*) dengan melakukan pengukuran terhadap jumlah klorofil daun, pH daun, kadar air daun, dan kadar asam ascorbic daun. Data hasil pengukuran kandungan asam ascorbic, klorofil total, pH dan kadar air daun dipergunakan untuk menentukan nilai APTI (Singh *et al.*, 1991) sebagai berikut:  $APTI = [A(T+P)+R] / 10$ , dimana :

A = asam ascorbic (mg/g)

P = pH daun

T = total klorofil (mg/g)

R = kadar air daun (%)

a. Pengukuran Kadar air relatif

Kadar air relatif daun tanaman diukur dan dihitung dengan formula sebagai berikut :

Kadar air relatif =  $(W_f - W_d) \times 100 / (W_t - W_d)$ , dimana :

W<sub>f</sub>: berat segar daun

W<sub>t</sub>: berat kering angin (24 jam)

W<sub>d</sub>: berat kering (105<sup>0</sup> C selama 2 x 24 jam)

b. Pengukuran Kadar Klorofil Total

Daun segar tanaman sampel sebanyak 0.5 gram dihancurkan dan dilarutkan dalam 10 ml air destilasi. Diambil 2.5 ml dicampur dengan 10 ml acetone, kemudian disaring. *Optical density* diperiksa pada panjang gelombang 645 nm (D645) dan 663 nm (D663). *Optical density* total klorofil dihitung dengan formula :  $C_t = 20.2 (D_{645}) + 8.02 (D_{663})$ . Kandungan klorofil total :  $TCH \text{ (mg/g)} = 0.1 C_t \times (\text{berat kering} / \text{berat basah})$

c. Pengukuran pH ekstrak daun

Sebanyak 4 gram daun segar dihancurkan didalam 40 ml air destilasi, kemudian disaring. Ekstrak daun diukur pHnya dengan menggunakan pH meter yang telah dikalibrasi pada pH 7.

d. Pengukuran kadar asam askorbat

Sebanyak 1 gram daun segar dilarutkan dalam 40 ml larutan ekstrak asam oksalat (5 g asam oksalat + 0.75 g NaEDTA dalam 1 L air destilasi). Selanjutnya larutan ekstrak diputar dalam sentrifuge suhu rendah (5<sup>0</sup> C). Sebagai penetapan kolorimetrik, 1 ml larutan standar dicampur dengan 5 ml larutan DCPIP (2.6. dichlorophenol-indophenol), selanjutnya diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 520 nm. Konsentrasi sampel asam askorbat dihitung pada kurva standar.

e. Analisis Data

Data hasil pengukuran nilai APTI digunakan sebagai dasar penentuan kriteria toleransi tanaman terhadap polusi udara. Analisis data dilakukan dengan program SPSS 10.0

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Kerusakan daun dan bunga

Hasil pengamatan visual terhadap gejala kerusakan pada tanaman menunjukkan terjadinya nekrosis pada daun dan bunga tanaman Nusa Indah. Gejala kerusakan pada daun dan bunga terlihat pada perlakuan tanaman dengan paparan gas SO<sub>2</sub> konsentrasi 1.0 (K2) dan 10.0 ppm (K3) (Gambar 1 dan 2).

Perlakuan paparan gas SO<sub>2</sub> dengan konsentrasi 10 ppm, mengakibatkan kerusakan daun tanaman Nusa Indah berupa gejala mengering (nekrosis) dimulai pada ujung daun (Gambar 1). Gejala kerusakan ini disebabkan karena masuknya gas SO<sub>2</sub> ke dalam jaringan mesofil daun. Reaksi dengan air yang berada dalam jaringan daun menyebabkan SO<sub>2</sub> berubah menjadi ion sulfat yang lebih berbahaya. Jika hal ini terjadi terus menerus, akan mengakibatkan nekrosis daun (Juntawong and Suwanwaree, 1994). Beberapa jenis tanaman lain juga dilaporkan mengalami kerusakan karena paparan gas SO<sub>2</sub> (Iqbal dan Mahmood, 1992).



Gambar 1. Daun Nusa Indah pada berbagai perlakuan konsentrasi SO<sub>2</sub>

Perlakuan paparan gas SO<sub>2</sub> dengan konsentrasi 10 ppm, mengakibatkan kerusakan daun tanaman Nusa Indah berupa gejala mengering (nekrosis) dimulai pada ujung daun (Gambar 1). Gejala kerusakan ini disebabkan karena masuknya gas SO<sub>2</sub> ke dalam jaringan mesofil daun. Reaksi dengan air yang berada dalam jaringan daun menyebabkan SO<sub>2</sub> berubah menjadi ion sulfat yang lebih berbahaya. Jika hal ini terjadi terus menerus, akan mengakibatkan nekrosis daun (Juntawong and Suwanwaree, 1994). Beberapa jenis tanaman lain juga dilaporkan mengalami kerusakan karena paparan gas SO<sub>2</sub> (Iqbal dan Mahmood, 1992).

Diantara gas pencemar udara, Sulfur Dioksida (SO<sub>2</sub>) merupakan bahan pencemar yang memberikan pengaruh paling merusak tanaman (Larcher, 1995). Pada umumnya, secara morfologis, dampak pencemaran udara terhadap tanaman antara lain berupa gejala klorosis (daun menguning atau warna daun memudar), nekrosis (kematian sel berupa bercak), gangguan pertumbuhan, dan penurunan luas daun (Backhaus, *et al.*, 2000). Gejala nekrosis dapat berupa (1) nekrosis pada *interveinal* (antara tulang daun) spesies tanaman berdaun lebar, (2) nekrosis jalur pada spesies tanaman berdaun pita, serta (3) nekrosis ujung daun pada spesies tanaman berdaun jarum (Bellin, 2008).



Gambar 2. Bunga Nusa Indah pada berbagai perlakuan konsentrasi SO<sub>2</sub>

Gejala klorosis dan nekrosis secara *interveinal* dan *marjinal* daun juga ditemukan pada berbagai spesies tanaman hias daun, tanaman hias bunga dan tanaman lanskap dengan paparan gas SO<sub>2</sub> 0,5 – 2,0 ppm (Howe and Woltz, 1981). Penelitian pada beberapa jenis pohon lanskap yang diberi perlakuan paparan gas SO<sub>2</sub> antara 1 hingga 10 ppm, juga menunjukkan gejala klorosis dan nekrosis secara *interveinal* dan *marjinal* daun (Juntawong and Suwanwaree, 1994).



### 3.2. Air Pollution Tolerance Index (APTI)

Tingkat toleransi tanaman terhadap pencemaran udara berbeda antar spesies, tergantung kapasitas tanaman untuk bertahan terhadap pengaruh bahan pencemar tanpa memperlihatkan kerusakan apapun. Perbedaan tingkat toleransi antar spesies tanaman ini ditunjukkan dengan nilai APTI yang berbeda pula antar spesies tanaman (Dwivedi and Tripathi, 2007; Liu and Ding, 2007; Nugrahani dan Sukartiningrum, 2008; Prajapati and Tripathi, 2008; Lakshmi *et al.*, 2009; Agbaire, 2009; Agbaire and Esiefarienrhe, 2009). Penggolongan toleransi tanaman berdasarkan APTI oleh Gaikwad *et al.* (2006) adalah: 0 - 1 □ sangat sensitif; 1 - 16 □ sensitif; 17 - 29 □ sedang; dan 30 - 100 □ toleran. Hasil penelitian menunjukkan nilai APTI tanaman Nusa Indah, Ruelia dan Ubi menjadi fitoindikator terhadap pencemaran udara.. Hias berada pada kisaran sensitif. Menurut Lakshmi *et al.* (2009) dan Priyanka and Dibyendu (2009), tanaman dengan kriteria sensitif dan memiliki nilai APTI rendah dapat menjadi bioindikator.

Hasil pengukuran terhadap parameter penyusun APTI dan APTI pada tiap-tiap perlakuan kombinasi disajikan pada Tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Kadar Asam askorbat, pH, klorofil kadar air dan APTI Tanaman

Perlakuan	Kadar As. askor	pH	Klorofil Total	Kadar Air	APTI
T1K0	1.00	6.92	2.93	80.16	8.99
T1K1	0.98	6.72	2.47	85.69	9.47
T1K2	0.99	6.68	1.78	89.53	9.79
T1K3	1.00	6.66	1.81	74.58	8.22
T2K0	1.03	6.84	1.78	82.79	9.28
T2K1	1.03	6.76	1.59	90.26	9.88
T2K2	0.98	6.80	1.54	77.02	8.55
T2K3	1.03	6.78	1.11	83.03	9.29
T3K0	0.99	6.62	0.99	90.95	9.87
T3K1	1.00	6.54	0.78	76.89	8.34
T3K2	1.00	6.52	0.74	83.25	9.04
T3K3	1.00	6.50	0.74	89.35	9.66

Hasil analisis data (Anova) menunjukkan bahwa Nilai APTI ketiga tanaman tersebut tidak menunjukkan perbedaan nyata. Rata-rata nilai APTI tanaman Nusa Indah menunjukkan nilai paling rendah diantara ketiganya (Tabel 2). Berdasarkan konsentrasi paparan gas SO<sub>2</sub>, maka terlihat perbedaan nyata terhadap nilai APTI, dimana tanaman yang mendapat paparan SO<sub>2</sub> dengan konsentrasi tertinggi (K3) menunjukkan nilai APTI terendah.

Tabel 2. Rata-rata nilai APTI tanaman

	K0	K1	K2	K3	Rata-rata
T1	8.99	9.47	9.79	8.22	9.16 <sup>tn</sup>
T2	9.28	9.88	8.55	9.29	9.18 <sup>tn</sup>
T3	9.87	8.34	9.04	9.66	9.24 <sup>tn</sup>
Rata-rata	9.38 <sup>a</sup>	9.23 <sup>ab</sup>	9.12 <sup>b</sup>	9.05 <sup>c</sup>	

Keterangan: angka dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan Uji BNT 5%

Tanaman-tanaman yang berfungsi sebagai fitoindikator, menunjukkan penurunan APTI dengan semakin meningkatnya kadar polutan udara. Sedangkan tanaman yang toleran terhadap polusi udara, menunjukkan peningkatan APTI pada lokasi terpolusi. Penelitian Agbaire (2009) dan Agbaire and Esiefarienrhe (2009) juga menunjukkan bahwa APTI tanaman yang tumbuh di lokasi eksperimen (terpolusi) lebih tinggi.



### 3.2. Hormesis pada tanaman

Fenomena bahwa ada beberapa tanaman tertentu yang mampu memanfaatkan bahan pencemar udara, antara lain SO<sub>2</sub>, sebagai sumber nutrisi, disebut dengan fenomena *hormesis* (Vallero, 2008; Krupa, 2009). Pada penelitian ini terlihat ada kecenderungan peningkatan kadar klorofil total daun pada konsentrasi rendah (0.1 ppm), sebelum terjadi penurunan kadar klorofil pada konsentrasi yang lebih tinggi (Tabel 3). Demikian juga pada konsentrasi SO<sub>2</sub> K1 (0.1 ppm) menunjukkan ada peningkatan kadar asam askorbat daun dibandingkan dengan K0, namun pada kadar SO<sub>2</sub> yang lebih tinggi, kadar asam askorbat menurun kembali (Tabel 4).

Tabel 3. Rerata Kadar Klorofil

	K0	K1	K2	K3	Rerata (mg/g)
T1	2.470	2.932	1.782	1.815	2.250 <sup>a</sup>
T2	0.892	1.234	0.794	0.628	0.887 <sup>b</sup>
T3	0.594	0.512	0.512	0.594	0.997 <sup>bc</sup>
Rerata	0.743	1.559	1.029	1.101	

Keterangan: angka dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan Uji BNT 5%

Fenomena ini menunjukkan bahwa pada kadar rendah, gas sulfur menghasilkan ion sulfur yang dapat bermanfaat bagi tanaman. Namun jika konsentrasi gas meningkat, akan menyebabkan penurunan kadar asam askorbat.

Hasil pengamatan visual terhadap bunga Nusa Indah juga menunjukkan penampilan bunga yang lebih baik pada perlakuan paparan gas SO<sub>2</sub> konsentrasi 0.1 ppm.

Tabel 4. Rerata Kadar Asam Askorbat Daun

	K0	K1	K2	K3	Rerata
T1	0.999	0.976	0.993	0.995	0.991
T2	1.032	1.026	1.028	1.024	1.028
T3	0.994	0.997	1.000	0.998	0.997
Rerata	1.000	1.008	1.007	1.006	

### KESIMPULAN

Dari hasil Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa diantara ketiga tanaman yang diteliti, semua tergolong dalam kriteria tanaman sensitif terhadap polutan udara khususnya SO<sub>2</sub>, berdasarkan nilai APTI (< 16). Selain memiliki nilai APTI terendah, tanaman Nusa Indah (*Mussaenda* sp.) secara visual menunjukkan gejala kerusakan pada daun dan bunga pada perlakuan paparan SO<sub>2</sub> dengan konsentrasi 10 ppm (K3). Dengan demikian dapat dikatakan bahwa tanaman Nusa Indah dapat menjadi fitoindikator terhadap pencemaran udara SO<sub>2</sub>.

Gejala adanya fenomena *hormesis* terlihat pada hasil pengukuran terhadap kadar klorofil daun dan kadar asam askorbat daun. Pada perlakuan paparan gas SO<sub>2</sub> konsentrasi rendah, terjadi sedikit peningkatan dibandingkan dengan kontrol, dimana selanjutnya terjadi penurunan pada kadar yang lebih tinggi.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terlaksana dengan biaya Hibah Bersaing Tahun I / 2010. Ucapan terima kasih disampaikan kepada DP2M, Dirjen DIKTI, Kementerian Pendidikan Nasional.

### DAFTAR PUSTAKA

Agbaire PO, 2009, Air Pollution Tolerance Index (APTI) of some plants around Erkoike-Kokori oil exploration site of Delta State, Nigeria. International Journal of Physical Science Vol.4(6):366-368





**SEMINAR HASIL PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT YANG DIDANAI  
DP2M DIKTI, RISTEK, KKP3T, KPDT, PEMDA DAN UPNVJ TAHUN 2010**

**Surabaya, 15 – 16 Desember 2010**

**Diselenggarakan Oleh LPPM – UPN “Veteran” Jawa Timur**

ISBN : 978-602-98517-3-1

- Agbaire PO, Esiefarienrhe E, 2009. Air Pollution Tolerance Indices (APTI) of some plants around Otorogun Gas Plant in Delta State, Nigeria. *J. Appl. Sci. Environ. Manage.* Vol. 13(1) 11 – 14
- Backhaus GF, Balder H, Idczak E, 2000. Phytotoxic effects of chemicals on plants in urban areas – an overview. Plant health in urban horticulture, Int. Symp. Braunschweig, Berlin, May, 22.-24. 2000
- Bellin P, 2008. *Environmental impact of air pollution*. EOH 468 Available at <http://www.csun.edu> (Accessed 22 Februari 2009)
- Dwivedi AK, Tripathi BD, 2007. Pollution tolerance and distribution pattern of plants in surrounding area of coal-fired industries. *J Environ Biol.* (2):257-263.
- Farooq M, Saxena RP, Beg MU, 1988. Experimental evaluation of visible symptoms and SO<sub>2</sub> sorption. Industrial Toxicology Research Centre, Lucknow, India
- Gaikwad, Ranade, Gadgil, 2006. Plants as bio-indicators of automobile exhaust pollution (a case study of Sangli City ) *Journal-EN* Vol. 86, March 2006.
- Howe TK, Woltz SS, 1981. Symptomology and relative susceptibility of various ornamental plants to acute airborne Sulfur Dioxide exposure. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 94:121-123
- Iqbal MZ, Mahmood T, 1992. Sulphur content in foliage of roadside native plants and soil along the main super highway in The Outskirts of Karachi. *Journal of Islamic Academy of Sciences* 5(4):279-281
- Joshi PC, Swami A, 2007, Physiological responses of some tree species under roadside automobile pollution stress around city of Haridwar, India. *J.The Environmentalist* 27(3):365-374.
- Juntawong, N, Suwanwaree P, 1994, Effects of SO<sub>2</sub> on leaf anatomy, chlorophyll content and Sulphur accumulation. *Journal of the National Research Council* Vol.26 No.2
- Larcher W, 1995. *Physiological Plant Ecology*. 3<sup>rd</sup>. Berlin: Springer
- Lakshmi PS, Sravanti KL, Srinivas N, 2009. Air Pollution Tolerance Index of various plant species growing in industrial areas. Department of Environmental Studies, G. I. T. A. M. University, Visakhapatnam.
- Ninave SY, Chaudhari PR, Gajghate DG, Tarar JL. 2001. Foliar biochemical features of plants as indicators of air pollution. *Bull Env. Contamination and Toxicology*, 67(1):133-140.
- Nugrahani P, Sukartiningrum, 2008. Indeks Toleransi Polusi Udara (APTI) Tanaman Taman Median Jalan Kota Surabaya. *Jurnal Ilmu Pertanian “MAPETA”* Vol. 10 (2): 86-92
- Nugrahani P, 2008. Studi Potensi Biomonitoring Beberapa Spesies Tanaman Semak Hias terhadap Pencemaran Udara Perkotaan. *Jurnal Kimia Lingkungan* 9(2):115-122
- Priyanka C, Dibyendu B, 2009. Biomonitoring of air quality in the industrial town of Asansol using the Air Pollution Tolerance Index approach. *Res.J.Chem.Environ.* Vol. 13 (1):46-51
- Shashi, Dwivedi AK, Dubey K. 2007. Plants as vehicular pollution indicator. Available at: <http://www.shvoong.com/> (Accessed 1 October 2008).
- Singh SK, Rao DN, Agrawal J, Pandey J, Narayan D, 1991. Air Pollution Tolerance Index of Plants. *Journal of Environment Management*, Vol 32 : 45-55.



**SEMINAR HASIL PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT YANG DIDANAI  
DP2M DIKTI, RISTEK, KKP3T, KPDT, PEMDA DAN UPNVJ TAHUN 2010**

**Surabaya, 15 – 16 Desember 2010**

**Diselenggarakan Oleh LPPM – UPN “Veteran” Jawa Timur**

ISBN : 978-602-98517-3-1